

## PEMBUATAN ALAT PERAGA SIMULASI AIR CONDITIONING ALAT BERAT

Asnawir<sup>1,\*</sup>, Peri Pitriadi<sup>2</sup>, Sirajuddin<sup>3</sup>, Rahmat<sup>4</sup>, Syarief<sup>5,\*\*</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This research aims to design and develop a simulation training device for air conditioning systems in heavy mair conditioning hinery to improve students' understanding and skills. The device is designed to offer prair conditioning tical and applicable learning experiences, engaging students in air conditioning tive learning processes. In this study, the device utilizes a single blower powered by a 2PK single-phase motor, capable of reair conditioning hing a minimum temperature of 11°C, with low pressure at 14 psi and high pressure at 165 psi. The design phase involves analyzing learning needs, while the construction phase focuses on assembling relevant components, such as pipes, evaporators, and condensers. Testing ensures the device's performance, with results confirming it simulates real air conditioning systems effectively. Evaluations show that the device supports the learning process, increases student engagement, and enhances their understanding of air conditioning systems in heavy mair conditioning hinery. Further development is recommended, including the addition of safety features and the integration of digital technology to improve the device's functionality. This research successfully develops a training device that provides effective and relevant outcomes for teair conditioning hing air conditioning systems in heavy mair conditioning hinery to technical education students.

**Keywords:** *Training Device, Air conditioning Systems, Heavy Mair conditioning hinery*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat peraga simulasi sistem pendingin (*air conditioning*) pada alat berat untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa. Alat peraga ini dirancang agar pembelajaran lebih aplikatif dan praktis, melibatkan mahasiswa dalam proses belajar aktif. Dalam penelitian ini, alat peraga menggunakan single blower dengan motor 2PK 1 fasa dan mampu mencapai suhu minimum 11°C, tekanan rendah 14 psi, dan tekanan tinggi 165 psi. Tahap perancangan melibatkan analisis kebutuhan pembelajaran, sementara tahap pembuatan dilakukan dengan mengumpulkan komponen yang relevan seperti pipa, evaporator, dan kondensor. Pengujian alat peraga dilakukan untuk memastikan kinerjanya, dengan hasil menunjukkan bahwa alat ini bekerja optimal dalam meniru sistem pendingin sebenarnya. Evaluasi menunjukkan alat ini efektif dalam mendukung proses pembelajaran, menarik minat mahasiswa, dan meningkatkan pemahaman mereka tentang sistem *air conditioning* pada alat berat. Saran pengembangan lebih lanjut mencakup penambahan fitur keamanan dan integrasi teknologi digital untuk meningkatkan fungsionalitas alat. Penelitian ini berhasil menciptakan alat peraga yang dapat digunakan dalam pembelajaran sistem pendingin pada alat berat dengan hasil yang efektif dan relevan bagi pendidikan mahasiswa teknik.

**Kata Kunci:** *Alat Peraga, Sistem Pendingin (air conditioning), Alat Berat*

## 1. PENDAHULUAN

Industri alat berat berperan penting dalam menopang kegiatan-kegiatan di sektor pertambangan, kehutanan, perkebunan, pertanian, dan pembangunan infrastruktur. Pesatnya pembangunan infrastruktur maupun eksplorasi sumber daya alam berjalan seiring dengan meningkatnya produktivitas industri alat berat. Disamping meningkatkan produktivitas, industri alat berat juga berlomba-lomba menciptakan teknologi yang tepat untuk tiap-tiap unit alat berat [1].

Keterbatasan manusia dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan sulit di lapangan menuntut industri alat berat untuk terus mengembangkan teknologi agar dapat menunjang operasional dan membantu mengembangkan suatu perusahaan yang memerlukan alat berat. Hal ini tercermin dalam teori pembelajaran aktif, di mana mahasiswa dijadikan sebagai subjek utama dalam proses pembelajaran, tidak hanya mental tetapi juga melibatkan fisik [2]. Dengan demikian, industri alat berat harus terus berinovasi untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas.

Selain itu, teknologi yang ditawarkan industri alat berat akan mencerminkan kekuatan industri tersebut dalam mencapai tujuan. Namun, teknologi yang terus dikembangkan industri alat berat tidak sepenuhnya dapat

---

\* Korespondensi penulis: Asnawir, email [asnawir@poliupg.ac.id](mailto:asnawir@poliupg.ac.id)

\*\* Mahasiswa

memenuhi kebutuhan konsumen dan tidak selalu *compatible* atau sesuai dengan kondisi di lapangan. Aspek keamanan, kenyamanan, dan kemudahan aksesibilitas pun masih luput oleh perusahaan industri alat berat. Alat peraga simulasi *air conditioning* alat berat sangatlah penting mengingat kebutuhan akan pemahaman yang lebih baik terhadap sistem pendinginan pada alat berat semakin meningkat. Alat berat, seperti *excavator*, *bulldozer*, dan truk berat, sering kali dilengkapi dengan sistem *air conditioning* untuk menjaga kenyamanan pengemudi dan kru di dalamnya, terutama saat beroperasi di lingkungan kerja yang keras. Namun, pemahaman mendalam tentang cara kerja sistem pendinginan ini masih kurang dimiliki oleh banyak pengguna alat berat. Salah satu masalah yang sering dihadapi dalam pemahaman sistem pendinginan pada alat berat adalah kurangnya akses langsung terhadap komponen-komponen utama yang terlibat dalam proses tersebut. Keterbatasan akses ini dapat menghambat upaya pembelajaran dan pemahaman yang efektif terhadap mekanisme kerja sistem pendinginan. Oleh karena itu, pembuatan alat peraga simulasi *air conditioning* alat berat dianggap sebagai solusi yang potensial untuk meningkatkan pemahaman para pengguna alat berat terhadap sistem pendinginan yang kompleks ini .

Pada penelitian yang pernah dilakukan tentang pembuatan alat peraga simulasi *air conditioning* lebih banyak menyangkut otomotif, maka pada penelitian ini akan dibuat alat peraga simulasi *air conditioning* untuk alat berat. Alat peraga *air conditioning* otomotif yang pernah dibuat memiliki keterbatasan hanya pada simulasi system kerja, tidak bisa untuk praktek perawatan dan perbaikan system. Dengan adanya alat peraga simulasi ini, diharapkan para pengguna alat berat dapat memahami prinsip dasar dan mekanisme kerja dari sistem *air conditioning* dengan lebih baik. Selain itu, alat peraga simulasi juga dapat menjadi sarana yang efektif dalam pelatihan dan pengajaran bagi operator alat berat di berbagai lembaga pendidikan dan pelatihan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga simulasi yang dapat memberikan gambaran yang jelas dan mendalam tentang bagaimana sistem pendinginan pada alat berat bekerja secara realistis.

## 2. METODE PENELITIAN

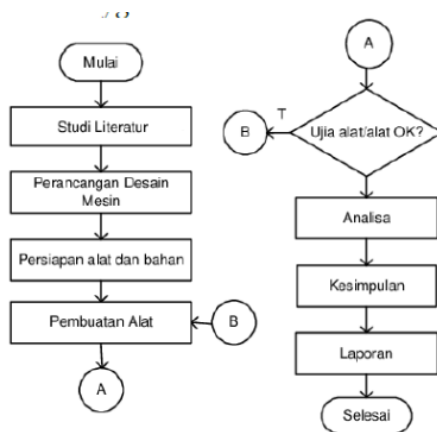
Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental yang berfokus pada pengembangan dan pengujian alat peraga simulasi sistem *Air conditioning* pada alat berat. Metode yang digunakan mencakup beberapa tahapan strategis yang didukung oleh perangkat keras dan perangkat lunak untuk mencapai tujuan penelitian. Tahap awal penelitian melibatkan penyusunan perencanaan teknis yang mencakup desain alat, pemilihan komponen, serta spesifikasi material. Perangkat lunak Computer-Aided Design (CAD) digunakan untuk merancang struktur alat peraga, memungkinkan visualisasi 3D dan simulasi awal. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang ditetapkan. Setelah perencanaan selesai, kerangka utama alat peraga dibuat menggunakan bahan besi baja. Proses pembuatan ini melibatkan pengelasan dan perakitan, memastikan kekuatan dan stabilitas kerangka. CAD membantu dalam memastikan keakuratan desain kerangka. Komponen *air conditioning* , termasuk blower, motor penggerak, kondensor, dan evaporator, dipasang pada kerangka utama. Tahap ini membutuhkan ketelitian dalam instalasi untuk memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan benar.



Gambar 1. Desain rangka dan dudukan komponen *air conditioning*

Pengujian alat peraga dilakukan untuk memverifikasi bahwa semua komponen berfungsi sesuai spesifikasi. Pengujian ini mengukur tekanan (20 psi untuk tekanan rendah dan 200 psi untuk tekanan tinggi) serta suhu keluaran evaporator (12°C). Data dikumpulkan menggunakan alat ukur seperti manometer dan termometer, dan dianalisis untuk menentukan efektivitas sistem. Rangka dudukan dirancang menggunakan besi baja siku yang kuat, memastikan stabilitas dan kemudahan akses untuk pemeliharaan. CAD digunakan untuk menyusun tata letak komponen agar optimal.

Proses perakitan dilakukan dengan memasang rangka dudukan, diikuti dengan pemasangan komponen-komponen *air conditioning* secara bertahap. Pengujian dilakukan pada kondisi operasi yang ditetapkan, di mana alat peraga dioperasikan pada 1000 RPM. Hasil menunjukkan tekanan rendah 20 psi, tekanan tinggi 200 psi, dan suhu keluaran evaporator 12°C. Pengujian ini memastikan bahwa alat peraga mampu mensimulasikan kinerja sistem *air conditioning* pada alat berat dengan akurasi yang memadai.

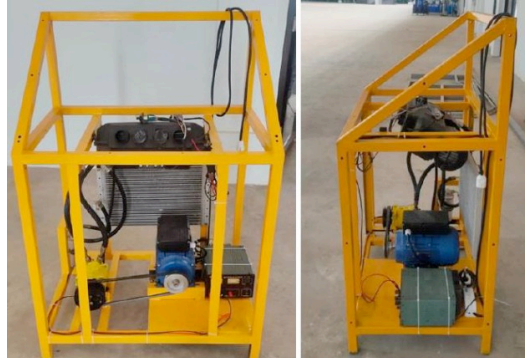


Gambar 2. Diagram alir pembuatan alat peraga *air conditioning*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil menghasilkan alat peraga simulasi sistem pendingin (*air conditioning*) untuk alat berat yang menggunakan single blower dan motor penggerak 2PK 1 fasa. Alat peraga ini dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan spesifik dalam pendidikan teknik alat berat, khususnya pada Program Studi D3 Teknik Alat Berat di Politeknik Negeri Ujung Pandang. Desain alat ini berlandaskan pada teori siklus pendingin (*refrigeration cycle*), yang menjelaskan pergerakan refrigeran melalui komponen utama sistem *air conditioning* seperti kompresor, kondensor, dan evaporator untuk memindahkan panas dari area yang lebih dingin ke area yang lebih panas [3].

Penggunaan single blower dan motor penggerak 2PK 1 fasa pada alat ini didasarkan pada prinsip dasar perpindahan panas, di mana blower berfungsi untuk mengalirkan udara melalui evaporator yang didinginkan oleh refrigeran. Stabilitas dan efisiensi aliran udara sangat penting untuk menjaga performa sistem *air conditioning* sesuai dengan standar industri alat berat. Prinsip termodinamika menyatakan bahwa kapasitas motor dan kecepatan aliran udara mempengaruhi efektivitas perpindahan panas pada evaporator [4]. Alat peraga ini juga dirancang agar proporsional dengan dimensi dan kapasitas yang sesuai untuk aplikasi pada alat berat, sehingga mahasiswa dapat memahami skala nyata dari sistem *air conditioning* yang diterapkan di industri. Desain ini mengikuti prinsip bahwa alat peraga pendidikan harus relevan dengan kondisi di lapangan agar dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang aplikatif dan mendalam [5].



Gambar 3. Alat peraga *air conditioning* alat berat

Pengujian terhadap alat peraga dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem pendingin dalam berbagai kondisi. Pengukuran suhu dan tekanan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Dari hasil pengujian, didapatkan bahwa alat peraga mampu mencapai suhu minimum 11°C, yang menunjukkan kemampuan pendinginan yang baik dalam simulasi. Selain itu, tekanan sistem juga diperoleh dalam rentang optimal dengan tekanan rendah sebesar 14 psi dan tekanan tinggi 165 psi. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pendingin beroperasi dengan stabil tanpa adanya gangguan mekanis, sesuai dengan tujuan utama penelitian. Alat peraga yang dikembangkan terbukti efektif dalam mensimulasikan sistem pendingin *air conditioning* pada alat berat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat menciptakan kondisi pendinginan yang mirip dengan situasi nyata, yang sangat penting untuk keperluan pendidikan. Selain itu, kemampuan alat ini untuk mempertahankan tekanan dan suhu dalam batas-batas optimal menegaskan bahwa desain dan komponen yang digunakan telah sesuai dengan kebutuhan sistem pendingin pada alat berat. Keberhasilan alat peraga ini juga terletak pada kemampuannya untuk digunakan sebagai media praktek yang lebih aman dan efisien dibandingkan dengan menggunakan unit alat berat asli. Mahasiswa dapat mempelajari prinsip-prinsip kerja *air conditioning* pada alat berat dengan cara yang lebih praktis dan aman, tanpa risiko kerusakan pada unit asli. Ini juga memungkinkan institusi untuk menghemat biaya operasional yang biasanya dibutuhkan untuk menjalankan dan memelihara unit alat berat [6].



Gambar 4. Pengujian suhu dan tekanan sistem alat peraga *air conditioning* alat berat

Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran sistem pendingin diharapkan dapat memperdalam pemahaman mahasiswa mengenai teori dan praktik terkait dengan *air conditioning* sistem pada alat berat. Teori konstruktivisme [7], mendukung penggunaan alat peraga untuk memberikan pengalaman belajar yang aktif dan aplikatif. Alat peraga memungkinkan mahasiswa untuk terlibat langsung dengan sistem, memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep seperti siklus pendingin, transfer panas, dan kontrol tekanan.

Selain itu, alat peraga ini dapat digunakan untuk berbagai skenario pengujian, memberikan fleksibilitas dalam pengajaran. Menurut penelitian oleh Sivasubramanian dan Karthik [8] simulasi dalam pelatihan teknis memungkinkan pengujian berbagai kondisi dan skenario tanpa perlu akses ke peralatan fisik yang mahal atau

sulit didapat. Ini memungkinkan pengajaran yang lebih dinamis dan adaptif, serta membantu mahasiswa menghadapi berbagai situasi yang mungkin mereka temui di lapangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga ini dapat menjadi solusi efektif di situasi di mana akses ke alat berat asli terbatas. Teori pembelajaran berbasis simulasi mendukung bahwa alat peraga semir conditioning ini dapat memperkaya pengalaman belajar dan mengurangi ketergantungan pada kondisi lapangan yang seringkali sulit untuk direplikasi [9].

Secara keseluruhan, alat peraga simulasi sistem pendingin *Air conditioning* yang dikembangkan telah menunjukkan kinerja sesuai dengan tujuan penelitian, yakni menciptakan simulasi yang mendekati kondisi nyata. Ini menawarkan manfaat signifikan bagi pendidikan teknik alat berat dengan meningkatkan kualitas pembelajaran dan mempersiapkan mahasiswa untuk tantangan teknis di lapangan. Implikasi dari penelitian ini tidak hanya relevan untuk institusi pendidikan tetapi juga dapat diadaptasi oleh industri sebagai bagian dari program pelatihan yang efisien dan hemat biaya, seperti yang dibahas dalam literatur terkait pelatihan teknis berbasis simulasi [10].

#### 4. KESIMPULAN

Alat peraga simulasi sistem pendingin (*air conditioning*) untuk alat berat yang dikembangkan berhasil mencapai suhu minimum 11°C serta tekanan optimal sebesar 14 psi untuk tekanan rendah dan 165 psi untuk tekanan tinggi, menandakan kinerja sistem pendingin yang stabil dan efisien. Alat ini terbukti efektif sebagai media pembelajaran yang aman dan praktis, memungkinkan mahasiswa untuk memahami serta mempraktikkan sistem pendingin *air conditioning* pada alat berat tanpa memerlukan unit alat berat asli. Dengan demikian, alat peraga ini berpotensi meningkatkan kualitas pengajaran dan efisiensi pendidikan di Program Studi Teknik Alat Berat.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemimpin Politeknik Negeri Ujung Pandang atas dukungan dan arahan dalam pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Terima kasih juga kami sampaikan kepada P3MP Politeknik Negeri Ujung Pandang atas bimbingan serta pendanaan BLU Anggaran Tahun 2024 yang memungkinkan pelatihan ini terlaksana dengan baik. Kami menghargai kolaborasi mitra pengabdian dari Perkumpulan Pemuda Mangempang dan antusiasme seluruh peserta pelatihan. Dukungan dan kerjasama semua pihak sangat berarti dan berkontribusi pada kesuksesan kegiatan ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahayu Diesel, "5 Tren dan Teknologi Terbaru dalam Industri Alat Berat," Rahayu Diesel, 2023.
- [2] Kemmis, S., & McTaggart, R., *The Air conditioning tion Research Planner*. Deakin University, 2005.
- [3] Stoecker, W. F., & Jones, J. W., *Refrigeration and Air conditioning* (3rd ed.). McGraw-Hill Education, 2021.
- [4] Cengel, Y. A., & Boles, M. A., *Thermodynamics: An Engineering Approach air conditioning h* (9th ed.). McGraw-Hill Education, 2020.
- [5] Eastop, T. D., & McConkey, A., *Applied Thermodynamics for Engineering Technologists* (6th ed.). Pearson Education, 2020.
- [6] Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J., *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications* (6th ed.). McGraw-Hill Education, 2020.
- [7] Boud, D., & Lee, A., *Re-thinking Learning: Theory and Prair conditioning tice for the Digital Age*. Routledge, 2021.
- [8] Sivasubramanian, P., & Karthik, M., "Application of simulation tools in vocational training for mechanical systems," *Simulation Modelling Prair conditioning tice and Theory*, vol. 112, Article 102410, 2022.
- [9] Chen, C., & Yang, X., "Optimizing cooling systems for heavy mair conditioning hinery cabins using simulation techniques," *Applied Energy*, vol. 282, Article 116219, 2021.
- [10] Cengel, Y. A., & Boles, M. A., *Thermodynamics: An Engineering Approach air conditioning h*. McGraw-Hill Education, 2014.